



PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales BüroINTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)(51) Internationale Patentklassifikation⁶ :

H04J 14/02

A2

(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 97/30529

(43) Internationales

Veröffentlichungsdatum:

21. August 1997 (21.08.97)

(21) Internationales Aktenzeichen:

PCT/DE97/00280

(22) Internationales Anmeldedatum: 13. Februar 1997 (13.02.97)

(30) Prioritätsdaten:

196 05 808.2

16. Februar 1996 (16.02.96)

DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): SIEMENS
AKTIENGESELLSCHAFT (DE/DE); Wittelsbacherplatz 2,
D-80333 München (DE).

(72) Erfinder; und

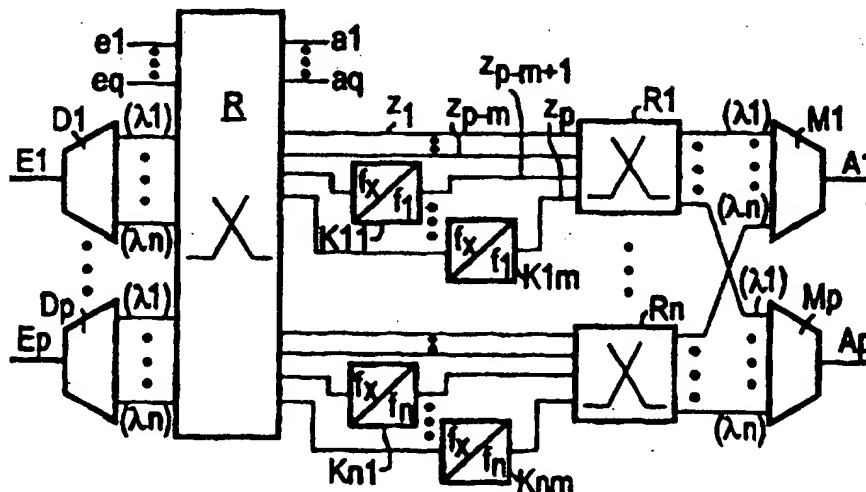
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BISCHOFF, Mathias
(DE/DE); Stiftsbogen 144, D-81375 München (DE).(81) Bestimmungsstaaten: AU, US, europäisches Patent (AT, BE,
CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL,
PT, SE).

Veröffentlicht

Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu
veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.

(54) Title: WDM SWITCHING NETWORK

(54) Bezeichnung: WDM-KOPPELANORDNUNG



(57) Abstract

In a WDM switching network with wave length- λ -demultiplexers on the input side, a subsequent space switching network and λ -multiplexers on the output side, λ -individual space switching matrices lead to the λ -multiplexers and on the input side are connected to the corresponding outputs of the space switching network in each case via a number of links corresponding to the number of λ -multiplexers, such that some of the links leading to a space switching matrix connect the space switching network directly to the particular space switching matrix and an adjustable λ -converter is inserted into each of the remaining links.

(57) Zusammenfassung

In einer WDM-Koppelanordnung mit eingangsseitigen Wellenlängen-(λ -)Demultiplexern, einer nachfolgenden Raumkoppelanordnung und ausgangsseitigen λ -Multiplexern führen zu den λ -Multiplexern λ -individuelle Raumkoppelvielfache, die eingangsseitig jeweils über eine der Anzahl der λ -Multiplexer entsprechende Anzahl von Zwischenleitungen mit entsprechenden Ausgängen der Raumkoppelanordnung verbunden sind, wobei ein Teil der zu einem Raumkoppelvielfach führenden Zwischenleitungen die Raumkoppelanordnung unmittelbar mit dem jeweiligen Raumkoppelvielfach verbindet und in die übrigen Zwischenleitungen jeweils ein einstellbarer λ -Konverter eingefügt ist.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AM	Armenien	GB	Vereinigtes Königreich	MX	Mexiko
AT	Österreich	GE	Georgien	NE	Niger
AU	Australien	GN	Guinea	NL	Niederlande
BB	Barbados	GR	Griechenland	NO	Norwegen
BE	Belgien	HU	Ungarn	NZ	Neuseeland
BF	Burkina Faso	IE	Irland	PL	Polen
BG	Bulgarien	IT	Italien	PT	Portugal
BJ	Benin	JP	Japan	RO	Rumänien
BR	Brasilien	KE	Kenya	RU	Russische Föderation
BY	Belarus	KG	Kirgisistan	SD	Sudan
CA	Kanada	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KR	Republik Korea	SG	Singapur
CG	Kongo	KZ	Kasachstan	SI	Slowenien
CH	Schweiz	LJ	Liechtenstein	SK	Slowakei
CI	Côte d'Ivoire	LK	Sri Lanka	SN	Senegal
CM	Kamerun	LR	Liberia	SZ	Swasiland
CN	China	LX	Litauen	TD	Tschad
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	TG	Togo
CZ	Tschechische Republik	LV	Lettland	TJ	Tadschikistan
DE	Deutschland	MC	Monaco	TT	Trinidad und Tobago
DK	Dänemark	MD	Republik Moldau	UA	Ukraine
EE	Estland	MG	Madagaskar	UG	Uganda
ES	Spanien	ML	Mali	US	Vereinigte Staaten von Amerika
FI	Finnland	MN	Mongolei	UZ	Usbekistan
FR	Frankreich	MR	Mauritanien	VN	Vietnam
GA	Gabon	MW	Malawi		

Beschreibung

WDM-Koppelanordnung

5 Moderne, zukunftsichere optische Weitverkehrsnetze haben hohe Anforderungen bezüglich Kapazität, Flexibilität, Zuverlässigkeit und Transparenz zu erfüllen. Diese Anforderungen an ein Transportnetz werden bei einer Übertragung und Vermittlung der Daten im optischen Frequenzmultiplex optimal erfüllt. Beim optischen Frequenzmultiplex (Wellenlängenmulti-
10 plex - WDM) ist auf einer Faser eine Mehrzahl von Übertragungskanälen gebündelt, die durch ihre sich untereinander um einige 100 GHz unterscheidenden optischen Trägerfrequenzen (Wellenlängen) voneinander getrennt sind. Die Zahl der maximal möglichen Kanäle wird dabei durch die Verstärkungsband-
15 breite optischer Verstärker begrenzt.

Photonische Netze mit hochbitratigen, fasergebundenen Übertragungsstrecken, optischem Frequenzmultiplex (Wellenlängen-
20 multiplex - WDM) und WDM-Koppelanordnungen zum semipermanenten Koppeln von optischen Kanälen als die zukünftigen Transportnetze der Telekommunikationsanbieter werden vorerst als Overlay Networks zu installieren sein, auf die sich die heute bestehende Netze abstützen; der stetig wachsende Bedarf an
25 Übertragungskapazität wird zu einem kontinuierlichen Ausbau der photonischen Netze führen.

Als WDM-Koppelanordnungen zum semipermanenten und blockierungsfreien Koppeln von optischen Kanälen werden sog. optische Cross-Connects (OCC) vorgesehen. Solche optischen Cross-
30 Connects weisen in der Regel sowohl eine Frequenz- als auch eine Raumschaltstufe auf.

Aus ICC'93 Conf.Rec. Vol.3/3, 1300 ... 1307, Fig.10, ist in diesem Zusammenhang eine WDM-Koppelanordnung mit eingangsseitigen, jeweils das auf der zugehörigen Eingangsfasern ankommende optische Signal nach Wellenlängen aufteilenden Wellen-
35 längen-Demultiplexern, einer nachfolgenden Raumkoppelanord-

nung (Space Switch), nachfolgenden, die jeweils ankommende Wellenlänge auf die jeweilige abgehende Wellenlänge umsetzenden einstellbaren Wellenlängen-Konvertern und ausgangsseitigen, die ihnen zugeführten Wellenlängen zusammenfassenden Wellenlängen-Multiplexern bekannt.

Aus ntz 46(1993)1, Seiten 16...21, Bild 13 und 14, sind WDM-Koppelanordnungen bekannt, bei denen ebenfalls eingangsseitige Wellenlängen-Demultiplexer (1/N in Bild 13; unbenannt in Bild 14), ausgangsseitige Wellenlängen-Multiplexer (N/1 in Bild 13; unbenannt in Bild 14), Wellenlängen-Konverter (Frequenzstufen in Bild 13; Filter und Frequenzumsetzer in Bild 14) zur Wellenlängenumsetzung auf die jeweils abgehende Wellenlänge sowie eine dazwischenliegende Raumkoppelanordnung (Raumstufe in Bild 13; Faserschalter in Bild 14) vorgesehen sind.

Aus US-A-5 241 409 ist eine Koppelanordnung bekannt, bei der (gemäß Fig. 3) wellenlängenindividuelle Raumkoppelvielfache (70) zu Wellenlängen-Multiplexern (59) führen.

Aus US-A-5 194 977 ist eine Koppelanordnung (23 in FIG.2) mit Wellenlängen-Konvertern (17-1 ... 17-4) bekannt.

Die in WDM-Koppelanordnungen vorgesehenen Wellenlängen-Konverter (optische Frequenzkonverter) ermöglichen es, in photographischen Netzen die Blockierwahrscheinlichkeit für neu einzurichtende Verbindungen auch bei hoher Netzauslastung gering zu halten. Optische Frequenz-Konverter stellen allerdings auf der einen Seite relativ teure Subsysteme dar, während auf der anderen Seite eine Verbindung nicht in jeder WDM-Koppelanordnung tatsächlich einer Frequenzkonversion bedürfen wird. Um dem Rechnung zu tragen, kann man in einer WDM-Koppelanordnung bedarfsweise in eine Verbindung einschaltbare Frequenzkonverter vorsehen.

Bei einer WDM-Koppelanordnung mit p eingangsseitigen, jeweils das auf der zugehörigen Eingangsfaser ankommende n-Kanäle-WDM-Signal nach Wellenlängen (optischen Frequenzen) aufteilenden Wellenlängen-Demultiplexern, einer nachfolgenden Raum-

koppelanordnung (Space Switch) und p ausgangsseitigen, die ihnen zugeführten n optischen Signale zu einem n -Kanäle-WDM-Signal zusammenfassenden Wellenlängen-Multiplexern ist es in diesem Zusammenhang bereits bekannt, Wellenlängen-Konverter in einem zwischen zusätzlichen Ausgängen und Eingängen der Raumkoppelanordnung liegenden Wellenlängen-Konverter-Pool vorzusehen und daraus einen Wellenlängen-Konverter nur bei Bedarf in eine über die WDM-Koppelanordnung geführte Verbindung einzuschleifen (OFC'95 Technical Digest, 271 ... 272; IEEE Communications Magazine, Nov.95, 84 ... 88).

Eine solche WDM-Koppelanordnung ist in FIG 1 skizziert. Diese WDM-Koppelanordnung weist zunächst einmal p Eingangsports und p Ausgangsports mit daran angeschlossenen Eingangs- bzw. Ausgangsfasern E_1, \dots, E_p bzw. A_1, \dots, A_p für WDM-Signale (optische Frequenzmultiplexsignale mit jeweils n optischen Kanälen sowie eingangs- und ausgangsseitig jeweils q Ports e_1, \dots, e_q bzw. a_1, \dots, a_q für einkanalige Signale auf. Die p Eingangsfasern E_1, \dots, E_p führen jeweils zu einem Wellenlängen-Demultiplexer D_1, \dots, D_p , der das am jeweiligen Eingangsport ankommende WDM-Signal (optische Frequenzmultiplexsignal) nach Wellenlängen $\lambda_1, \dots, \lambda_n$ (optischen Frequenzen) aufteilt. An die insgesamt maximal $p \cdot n$ Ausgänge der p Wellenlängen-Demultiplexer sind $p \cdot n$ Eingänge einer (integriert-)optischen Raumkoppelanordnung R angeschlossen. Ausgangsseitig sind an $p \cdot n$ Ausgänge der Raumkoppelanordnung R die jeweils n Eingänge von p Wellenlängen-Multiplexern M_1, \dots, M_p angeschlossen, die jeweils die ihnen zugeführten n Signale unterschiedlicher Wellenlänge ($\lambda_1, \dots, \lambda_n$) zu einem WDM-(optischen Frequenzmultiplex-)Signal zusammenfassen und die ihrerseits zu den Ausgangsports der WDM-Koppelanordnung mit den daran angeschlossenen Ausgangsfasern A_1, \dots, A_p führen.

In einem zwischen zusätzlichen $m \cdot n$ Ausgängen und $m \cdot n$ Eingängen der Raumkoppelanordnung R liegenden Wellenlängen-Konverter-Pool KP sind $m \cdot n$ Wellenlängen-Konverter K_{11}, \dots, K_{nm} vorgesehen, und zwar für jede der n Wellenlängen m Frequenz-

konverter K_{11}, \dots, K_{nm} , wobei $m \leq p$ ist. In der in FIG 1 skizzierten WDM-Koppelanordnung liegen dabei in dem Fall, daß bei den Wellenlängen-Konvertern die Eingangswellenlänge variabel und die Ausgangswellenlänge fest ist, links im Bild die Eingangsports und rechts die Ausgangsports der WDM-Koppelanordnung, während bei fester Eingangswellenlänge und variabler Ausgangswellenlänge die Eingangsports rechts und die Ausgangsports links im Bild liegen. Die Zeichnung FIG 1 deckt insoweit beide Fälle ab.

Von Nachteil ist bei dieser WDM-Koppelanordnung, daß die Größe $(q + p \cdot n + m \cdot n) \times (q + p \cdot n + m \cdot n)$ der Raumkoppelanordnung R von der Anzahl m der Wellenlängen-Konverter abhängt. Es muß daher bei der Installation der WDM-Koppelanordnung bereits deren geplanter maximaler Ausbau bekannt sein; ein Aufrüsten über diesen geplanten Wert hinaus ist nicht möglich.

Da aber erst mit wachsendem Verkehrsaufkommen die Blockierwahrscheinlichkeit und damit der Bedarf an Wellenlängen-Konvertern steigen, ist ein sukzessiver Ausbau von WDM-Koppelanordnungen mit Wellenlängen-Konvertern wünschenswert, und zwar ohne daß die Freizügigkeit eines solchen Ausbaus durch inzwischen vielleicht überholte Annahmen und Planungen beeinträchtigt wird. Dabei ist nicht davon auszugehen, daß ein Wellenlängen-Konverter jede beliebige Eingangs- in jede beliebige Ausgangswellenlänge umzusetzen vermag. Es ist vielmehr anzunehmen, daß mit wirtschaftlich vertretbarem Aufwand (ohne durchstimbare Filter und/oder Quellen) realisierbare Wellenlängen-Konverter eine beliebige Eingangs- auf eine feste Ausgangswellenlänge (bzw. umgekehrt) umsetzen werden.

Die Erfindung zeigt nun einen Weg, einen insoweit freizügigen Ausbau einer WDM-Koppelanordnung zu ermöglichen.

Die Erfindung betrifft eine WDM-Koppelanordnung mit

- eingangsseitigen, jeweils das auf der zugehörigen Eingangs-
faser ankommende optische Signal nach Wellenlängen aufteilen-
den Wellenlängen-Demultiplexern,
 - einer nachfolgenden Raumkoppelanordnung und
 - 5 - ausgangsseitigen, die ihnen zugeführten Signale unter-
schiedlicher Wellenlängen zusammenfassenden Wellenlängen-
Multiplexern sowie
 - zwischen Raumkoppelanordnung und Wellenlängen-Multiplexern
eingefügten, eine jeweils ankommende Wellenlänge auf die
10 jeweilige abgehende Wellenlänge umsetzenden einstellbaren
Wellenlängen-Konvertern;
- diese WDM-Koppelanordnung ist erfindungsgemäß dadurch gekenn-
zeichnet, daß zu den Wellenlängen-Multiplexern wellenlängen-
individuelle Raumkoppelvielfache führen, die eingangsseitig
- 15 jeweils über eine der Anzahl der Wellenlängen-Multiplexer
entsprechende Anzahl von Zwischenleitungen mit entsprechenden
Ausgängen der Raumkoppelanordnung verbunden sind, wobei al-
lenfalls ein Teil der zu einem Raumkoppelvielfach führenden
Zwischenleitungen die Raumkoppelanordnung unmittelbar mit dem
- 20 jeweiligen Raumkoppelvielfach verbindet und in die übrigen
Zwischenleitungen jeweils ein eine jeweils ankommende Wellen-
länge auf die jeweilige abgehende Wellenlänge umsetzender
einstellbarer Wellenlängen-Konverter eingefügt ist.
- 25 Die Erfindung bringt den Vorteil mit sich, eine - ggf. zu-
nächst sogar ohne Wellenlängen-Konverter installierte - WDM-
Koppelanordnung sukzessive mit Frequenzkonvertern versehen zu
können, ohne daß damit eine Raumkoppelfeld-Vergrößerung ein-
hergehen müsste; zugleich werden in den meisten Fällen insge-
30 samt weniger Raumkoppelpunkte benötigt.

Weitere Besonderheiten der Erfindung werden aus der nachfol-
genden näheren Erläuterung eines Ausführungsbeispiels anhand
der Zeichnungen ersichtlich. Dabei zeigt

- 35 FIG 1 ein Blockschaltbild einer bekannten WDM-Koppelanordnung;
FIG 2 zeigt das Blockschaltbild eines Ausführungsbeispiels
einer WDM-Koppelanordnung gemäß der Erfindung.

Die in FIG 1 dargestellte WDM-Koppelanordnung wurde oben bereits erläutert, so daß sich weitere Erläuterungen an dieser Stelle erübrigen.

5

In FIG 2 ist schematisch in einem zum Verständnis der Erfindung ein Ausführungsbeispiel einer WDM-Koppelanordnung skizziert, in der die Erfindung Anwendung findet. Diese WDM-Koppelanordnung weist wiederum p Eingangsports und p Ausgangs-
10 ports mit daran angeschlossenen Eingangs- bzw. Ausgangsfasern E_1, \dots, E_p bzw. A_1, \dots, A_p für WDM-Signale (optische Frequenzmultiplexsignale) mit jeweils n optischen Kanälen sowie eingangs- und ausgangsseitig jeweils q Ports e_1, \dots, e_q bzw. a_1, \dots, a_q für einkanalige Signale auf. Die p Eingangsfasern
15 E_1, \dots, E_p führen jeweils zu einem Wellenlängen-Demultiplexer D_1, \dots, D_p , der das am jeweiligen Eingangsport ankommende WDM-Signal (optische Frequenzmultiplexsignal) nach Wellenlängen $\lambda_1, \dots, \lambda_n$ (optischen Frequenzen) aufteilt. An die insgesamt maximal $p \cdot n$ Ausgänge der p Wellenlängen-Demultiplexer sind $p \cdot n$ Eingänge einer (integriert-)optischen Raumkop-
20 pelanordnung R angeschlossen. Wiederum $p \cdot n$ Ausgänge der Raumkoppelanordnung R sind mit Wellenlängen-Multiplexern M_1, \dots, M_p verbunden, die jeweils die ihnen zugeführten n Signale unterschiedlicher Wellenlänge ($\lambda_1, \dots, \lambda_n$) zu einem WDM- (opti-
25 schen Frequenzmultiplex-)Signal zusammenfassen und die ihrerseits zu den Ausgangsports der WDM-Koppelanordnung mit den daran angeschlossenen Ausgangsfasern A_1, \dots, A_p führen.

In der in FIG 2 skizzierten WDM-Koppelanordnung ist es nun
30 so, daß zu den Wellenlängen-Multiplexern M_1, \dots, M_p wellenlängenindividuelle Raumkoppelvielfache R_1, \dots, R_n führen, die eingangsseitig jeweils über eine der Anzahl der Wellenlängen-Multiplexer M_1, \dots, M_p entsprechende Anzahl p von Zwischenleitungen $z_1, \dots, z_{p-m}; z_{p-m+1}, \dots, z_p$ mit entspre-
35 chenden Ausgängen der Raumkoppelanordnung R verbunden sind. Dabei verbinden $p-m$ zu einem Raumkoppelvielfach R_1, \dots, R_n führende Zwischenleitungen z_1, \dots, z_{p-m} die Raumkoppelanord-

nung R unmittelbar mit dem jeweiligen Raumkoppelvielfach R_1 ,
 ..., R_n , während in die übrigen m Zwischenleitungen z_{p-m+1} ,
 ..., z_p jeweils ein einstellbarer Wellenlängen-Konverter K_{11} ,
 ..., K_{lm} ; ...; K_{n1} , ..., K_{nm} eingefügt ist, der eine jeweils
 5 ankommende Wellenlänge auf die jeweilige abgehende Wellenlänge umsetzt.

Der Nachteil der WDM-Koppelanordnung nach FIG 1, nämlich daß
 die Größe $(q + pn + mn) \times (q + pn + mn)$ ihrer Raumkoppelan-
 10 ordnung von der Anzahl m der Wellenlängen-Konverter abhängig
 ist, wird in der in FIG 2 skizzierte WDM-Koppelanordnung ver-
 mieden:

Wie FIG 2 zeigt, enthält die WDM-Koppelanordnung gemäß der
 15 Erfindung zu einem ein Koppelfeld der Größe $(q + np) \times (q + np)$,
 nämlich die Raumkoppelanordnung R, und zum anderen n Koppel-
 felder der Größe $p \times p$, nämlich die Raumkoppelvielfache R_1 ,
 ..., R_n . Die Gesamtgröße der Koppelfelder ist unabhängig von
 der Anzahl m der jeweils installierten Wellenlängen-Konverter
 20 K_{11} , ...; ...; K_{n1} , Die WDM-Koppelanordnung kann zu-
 nächst ohne Frequenzkonverter installiert werden ($m = 0$) und
 sukzessive mit Wellenlängen-Konvertern aufgerüstet werden,
 bis in jede zwischen der Raumkoppelanordnung R und einer wellen-
 längenindividuellen Raumkoppelvielfachen R_1 , ..., R_n ver-
 25 laufende Verbindungsleitung ein Wellenlängen-Konverter einge-
 fügt ist ($m = p$).

Zugleich kommt die WDM-Koppelanordnung gemäß der Erfindung in
 den meisten Fällen mit weniger Koppelpunkten aus als die in
 30 FIG 1 umrissene bekannte WDM-Koppelanordnung. Dies ist der
 Fall bei

$$m > -\frac{q}{n} - p + \sqrt{\left(\frac{q}{n} + p\right)^2 + \frac{p}{n}}$$

35 worin m die Anzahl der Wellenlängen-Konverter, n die Anzahl
 der jeweils im Multiplex zusammengefassten optischen Kanäle,

p die Anzahl der WDM-Eingangs- bzw. -Ausgangsports der WDM-Koppelanordnung und q die Anzahl der Einzelkanal-Eingangs- bzw. -Ausgangsports der WDM-Koppelanordnung bedeuten. Die Einsparung an Koppelpunkten kann dabei recht beträchtlich
5 sein; für beispielsweise $m = 12$, $n = 8$, $p = 16$, $q = 2$ beträgt sie 63 %.

Abschliessend sei noch besonders bemerkt, daß auch in der in FIG 2 skizzierten WDM-Koppelanordnung gemäß der Erfindung bei
10 den Wellenlängen-Konvertern K_{11} , ..., K_{nm} die Eingangswellenlänge variabel und die Ausgangswellenlänge fest sein kann oder umgekehrt die Eingangswellenlänge fest und die Ausgangswellenlänge variabel.

15 Der erstere Fall variabler Eingangswellenlänge und fester Ausgangswellenlänge wurde oben bereits anhand der Zeichnung FIG 2 erläutert; die Eingangsports der in FIG 2 skizzierten WDM-Koppelanordnung liegen dabei links im Bild und die Ausgangsports rechts.

20 Im umgekehrten Falle, nämlich wenn bei den Wellenlängen-Konvertern K_{11} , ..., K_{nm} die Eingangswellenlänge fest und die Ausgangswellenlänge variabel ist, liegen die Eingangsports rechts und die Ausgangsports links im Bild; zugleich vertauschen Wellenlängen-Demultiplexer und Wellenlängen-Multiplexer
25 ihre Rolle:

Auf die auch diesen Fall abdeckende Zeichnung FIG 2 gelesen, weist die WDM-Koppelanordnung dann p Eingangsports mit daran
30 angeschlossenen Eingangsfasern A_1 , ..., A_p und p Ausgangsports mit daran angeschlossenen Ausgangsfasern E_1 , ..., E_p für WDM-Signale (optische Frequenzmultiplexsignale) mit jeweils n optischen Kanälen sowie eingangsseitig q Ports a_1 , ..., a_q und ausgangsseitig q Ports e_1 , ..., e_q für einkanalige Signale
35 auf. Die p Eingangsfasern A_1 , ..., A_p führen jeweils zu einem Wellenlängen-Demultiplexer M_1 , ..., M_p , der das am jeweiligen Eingangsport ankommende WDM-Signal (optische Frequenzmulti-

plexsignal) nach Wellenlängen $\lambda_1, \dots, \lambda_n$ (optischen Frequenzen) aufteilt. Die Wellenlängen-Demultiplexer M_1, \dots, M_p führen zu wellenlängenindividuellen (integriert-)optischen Raumkoppelvielfachen R_1, \dots, R_n , die ausgangsseitig jeweils
5 über eine der Anzahl der Wellenlängen-Demultiplexer M_1, \dots, M_p entsprechende Anzahl p von Zwischenleitungen $z_1, \dots, z_{p-m}; z_{p-m+1}, \dots, z_p$ mit entsprechenden Eingängen einer (integriert-)optischen Raumkoppelanordnung R verbunden sind. Dabei verbinden $p-m$ von einem Raumkoppelvielfach R_1, \dots, R_n aus
10 weiterführende Zwischenleitungen z_1, \dots, z_{p-m} das jeweilige Raumkoppelvielfach R_1, \dots, R_n unmittelbar mit der Raumkoppelanordnung R , während in die übrigen m Zwischenleitungen z_{p-m+1}, \dots, z_p jeweils ein einstellbarer Wellenlängen-Konverter $K_{11}, \dots, K_{1m}; \dots; K_{n1}, \dots, K_{nm}$ eingefügt ist, der
15 die jeweilige ankommende Wellenlänge auf eine jeweils abgehende Wellenlänge umsetzt. An wiederum $p \cdot n$ Ausgänge der Raumkoppelanordnung R sind Wellenlängen-Multiplexer D_1, \dots, D_p angeschlossen, die jeweils die ihnen zugeführten n Signale unterschiedlicher Wellenlänge ($\lambda_1, \dots, \lambda_n$) zu einem WDM- (optischen Frequenzmultiplex-)Signal zusammenfassen und die
20 ihrerseits zu den Ausgangsports der WDM-Koppelanordnung mit den daran angeschlossenen Ausgangsfasern E_1, \dots, E_p führen.

Patentansprüche

1. WDM-Koppelanordnung mit

- eingangsseitigen, jeweils das auf der zugehörigen Eingangs-
5 faser (E_1, \dots, E_p) ankommende optische Signal nach Wellen-
längen ($\lambda_1, \dots, \lambda_n$) aufteilenden Wellenlängen-Demultiplexern
(D_1, \dots, D_p),
- einer nachfolgenden Raumkoppelanordnung (R) und
- ausgangsseitigen, die ihnen zugeführten Signale unter-
10 schiedlicher Wellenlängen ($\lambda_1, \dots, \lambda_n$) zusammenfassenden
Wellenlängen-Multiplexern (M_1, \dots, M_p) sowie
- zwischen Raumkoppelanordnung (R) und Wellenlängen-Multiple-
xern (M_1, \dots, M_p) liegenden, eine jeweils ankommende Wellen-
länge auf die jeweilige abgehende Wellenlänge umsetzenden
15 einstellbaren Wellenlängen-Konvertern (K_{11}, \dots, K_{nm}),
dadurch gekennzeichnet,
daß zu den Wellenlängen-Multiplexern (M_1, \dots, M_p) wellen-
längenindividuelle Raumkoppelvielfache (R_1, \dots, R_n) führen,
die eingangsseitig jeweils über eine der Anzahl der Wellen-
20 längen-Multiplexer (M_1, \dots, M_p) entsprechende Anzahl (p) von
Zwischenleitungen ($z_1, \dots, z_{p-m}; z_{p-m+1}, \dots, z_p$) mit ent-
sprechenden Ausgängen der Raumkoppelanordnung (R) verbunden
sind, wobei allenfalls ein Teil der zu einem Raumkoppelviel-
fach (R_1, \dots, R_n) führenden Zwischenleitungen (z_1, \dots, z_{p-m})
25 die Raumkoppelanordnung (R) unmittelbar mit dem jeweiligen
Raumkoppelvielfach (R_1, \dots, R_n) verbindet und in die übrigen
Zwischenleitungen (z_{p-m+1}, \dots, z_p) jeweils ein eine jeweils
ankommende Wellenlänge auf die jeweilige abgehende Wellenlän-
ge umsetzender einstellbarer Wellenlängen-Konverter ($K_{11},$
30 $\dots, K_{lm}; \dots; K_{n1}, \dots, K_{nm}$) eingefügt ist.

2. WDM-Koppelanordnung mit

- eingangsseitigen, jeweils das auf der zugehörigen Eingangs-
faser (A_1, \dots, A_p) ankommende optische Signal nach Wellen-
35 längen ($\lambda_1, \dots, \lambda_n$) aufteilenden Wellenlängen-Demultiplexern
(M_1, \dots, M_p),
- einer nachfolgenden Raumkoppelanordnung (R) und

- ausgangsseitigen, die ihnen zugeführten Signale unterschiedlicher Wellenlängen ($\lambda_1, \dots, \lambda_n$) zusammenfassenden Wellenlängen-Multiplexern (D_1, \dots, D_p) sowie
 - einstellbaren Wellenlängen-Konvertern (K_{11}, \dots, K_{nm}),
- 5 dadurch gekennzeichnet,
- daß die Wellenlängen-Demultiplexer M_1, \dots, M_p zu wellenlängenindividuellen Raumkoppelvielfachen R_1, \dots, R_n führen, die ausgangsseitig jeweils über eine der Anzahl der Wellenlängen-Demultiplexer M_1, \dots, M_p entsprechende Anzahl p von Zwischen-
- 10 leitungen $z_1, \dots, z_{p-m}; z_{p-m+1}, \dots, z_p$ mit entsprechenden Eingängen einer Raumkoppelanordnung R verbunden sind, an deren Ausgänge die Wellenlängen-Multiplexer D_1, \dots, D_p angeschlossen sind, wobei allenfalls ein Teil der von einem Raumkoppelvielfach (R_1, \dots, R_n) aus weiterführenden Zwischenlei-
- 15 tungen (z_1, \dots, z_{p-m}) das jeweilige Raumkoppelvielfach (R_1, \dots, R_n) unmittelbar mit der Raumkoppelanordnung (R) verbindet und in die übrigen Zwischenleitungen (z_{p-m+1}, \dots, z_p) jeweils ein die jeweilige ankommende Wellenlänge auf eine jeweils abgehende Wellenlänge umsetzender einstellbarer Wellenlängen-
- 20 Konverter ($K_{11}, \dots, K_{1m}; \dots; K_{n1}, \dots, K_{nm}$) eingefügt ist.

1 / 1

FIG 1

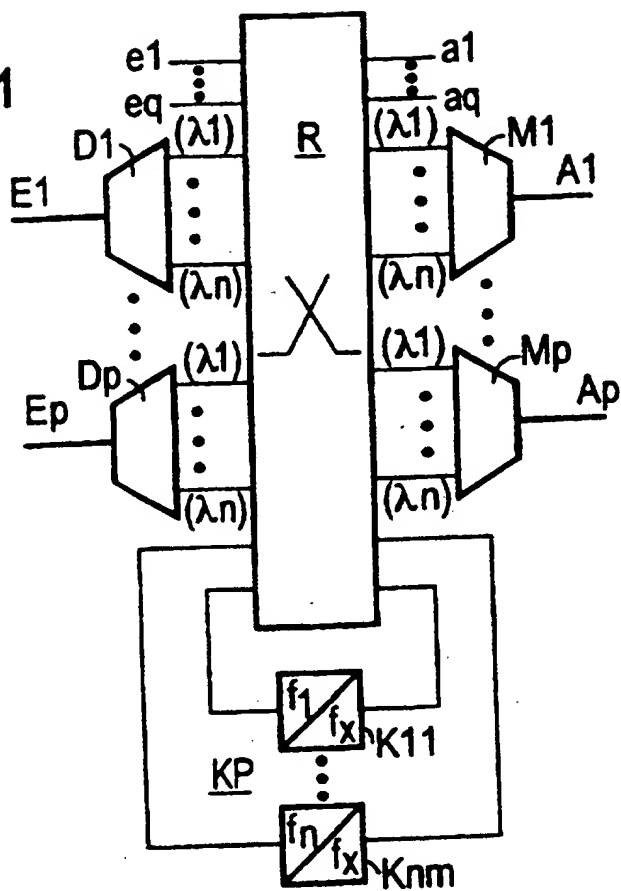
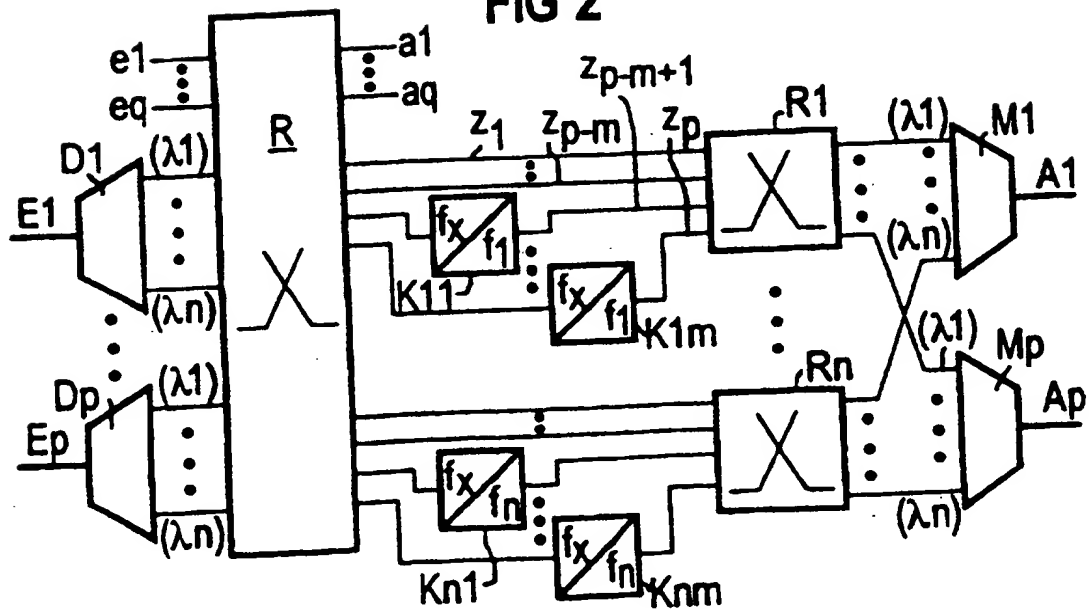


FIG 2



(51) Internationale Patentklassifikation⁶ :

H04J 14/02, H04Q 11/00

A3

(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 97/30529

(43) Internationales

Veröffentlichungsdatum:

21. August 1997 (21.08.97)

(21) Internationales Aktenzeichen:

PCT/DE97/00280

(22) Internationales Anmeldedatum: 13. Februar 1997 (13.02.97)

(30) Prioritätsdaten:

196 05 808.2

16. Februar 1996 (16.02.96)

DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): SIEMENS
AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2,
D-80333 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BISCHOFF, Mathias
[DE/DE]; Stiftsbogen 144, D-81375 München (DE).(81) Bestimmungsstaaten: AU, US, europäisches Patent (AT, BE,
CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL,
PT, SE).

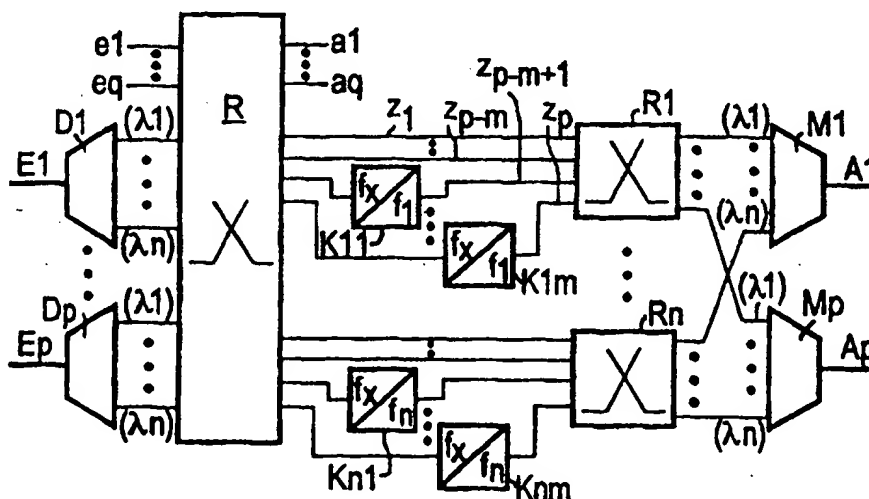
Veröffentlicht

Mit internationalem Recherchenbericht.

Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen
Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen
eintreffen.(88) Veröffentlichungsdatum des internationalen Recherchen-
berichts: 30. Oktober 1997 (30.10.97)

(54) Title: WDM SWITCHING NETWORK

(54) Bezeichnung: WDM-KOPPELANORDNUNG



(57) Abstract

In a WDM switching network with wave length-(λ)-demultiplexers on the input side, a subsequent space switching network and λ -multiplexers on the output side, λ -individual space switching matrices lead to the λ -multiplexers and on the input side are connected to the corresponding outputs of the space switching network in each case via a number of links corresponding to the number of λ -multiplexers, such that some of the links leading to a space switching matrix connect the space switching network directly to the particular space switching matrix and an adjustable λ -converter is inserted into each of the remaining links.

(57) Zusammenfassung

In einer WDM-Koppelanordnung mit eingangsseitigen Wellenlängen-(λ -)Demultiplexern, einer nachfolgenden Raumkoppelanordnung und ausgangsseitigen λ -Multiplexern führen zu den λ -Multiplexern λ -individuelle Raumkoppelvielfache, die eingangsseitig jeweils über eine der Anzahl der λ -Multiplexer entsprechende Anzahl von Zwischenleitungen mit entsprechenden Ausgängen der Raumkoppelanordnung verbunden sind, wobei ein Teil der zu einem Raumkoppelvielfach führenden Zwischenleitungen die Raumkoppelanordnung unmittelbar mit dem jeweiligen Raumkoppelvielfach verbindet und in die übrigen Zwischenleitungen jeweils ein einstellbarer λ -Konverter eingefügt ist.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AM	Armenien	GB	Vereinigtes Königreich	MX	Mexiko
AT	Österreich	GE	Georgien	NE	Niger
AU	Australien	GN	Guinea	NL	Niederlande
BB	Barbados	GR	Griechenland	NO	Norwegen
BE	Belgien	HU	Ungarn	NZ	Neuseeland
BF	Burkina Faso	IE	Irland	PL	Polen
BG	Bulgarien	IT	Italien	PT	Portugal
BJ	Benin	JP	Japan	RO	Rumänien
BR	Brasilien	KE	Kenya	RU	Russische Föderation
BY	Belarus	KG	Kirgisistan	SD	Sudan
CA	Kanada	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KR	Republik Korea	SG	Singapur
CG	Kongo	KZ	Kasachstan	SI	Slowenien
CH	Schweiz	LI	Liechtenstein	SK	Slowakei
CI	Côte d'Ivoire	LK	Sri Lanka	SN	Senegal
CM	Kamerun	LR	Liberia	SZ	Swasiland
CN	China	LK	Litauen	TD	Tschad
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	TG	Togo
CZ	Tschechische Republik	LV	Lettland	TJ	Tadschikistan
DE	Deutschland	MC	Monaco	TT	Trinidad und Tobago
DK	Dänemark	MD	Republik Moldau	UA	Ukraine
EE	Estland	MG	Madagaskar	UG	Uganda
ES	Spanien	ML	Mali	US	Vereinigte Staaten von Amerika
FI	Finnland	MN	Mongolei	UZ	Usbekistan
FR	Frankreich	MR	Mauretanien	VN	Vietnam
GA	Gabon	MW	Malawi		

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 97/00280

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 H04J14/02 H04Q11/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 6 H04Q

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	IEEE INFOCOM '93, vol. 2, 28 March 1993, SAN FRANCISCO US, pages 578-585, XP000399037 LEE ET AL.: "Routing and switching in a wavelength convertible optical network" see page 579, left-hand column, last paragraph - page 581, left-hand column, paragraph 1; figures 3,4,6 ---	1,2
A	EP 0 642 288 A (NEC CORPORATION) 8 March 1995 see column 10, line 14 - column 11, line 1; figure 12 --- -/--	1,2

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

12 September 1997

Date of mailing of the international search report

18.09.97

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Lambley, S

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE 97/00280

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	INTERNATIONAL SWITCHING SYMPOSIUM, vol. 2, 25 October 1992, YOKOHAMA JP, pages 352-356, XP000337742 CHIDGEY ET AL.: "Wavelength and space switched optical networks and nodes" see page 353, left-hand column, paragraph 2 - right-hand column, paragraph 1 ---	1,2
A	IEICE TRANSACTIONS ON COMMUNICATIONS, vol. E77-B, no. 10, October 1994, TOKYO JP, pages 1220-1229, XP000492774 WATANABE ET AL.: "Optical path cross-connect node architecture with high modularity for photonic transport networks" see page 1226, left-hand column, paragraph 2 - page 1227, right-hand column, paragraph 4 ---	1,2
A	IEEE COMMUNICATIONS MAGAZINE, vol. 33, no. 11, November 1995, NEW YORK US, pages 84-88, XP000545290 DERR ET AL.: "An optical infrastructure for future telecommunications networks" cited in the application see the whole document -----	1,2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE 97/00280

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 642288 A	08-03-95	JP 1090696 A	07-04-89
		JP 1144888 A	07-06-89
		JP 6034534 B	02-05-94
		JP 1305698 A	08-12-89
		CA 1331800 A	30-08-94
		DE 3853935 D	13-07-95
		DE 3853935 T	12-10-95
		EP 0310058 A	05-04-89
		US 5005166 A	02-04-91

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

nationales Aktenzeichen
PCT/DE 97/00280

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 6 H04J14/02 H04Q11/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 6 H04Q

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	IEEE INFOCOM '93, Bd. 2, 28.März 1993, SAN FRANCISCO US, Seiten 578-585, XP000399037 LEE ET AL.: "Routing and switching in a wavelength convertible optical network" siehe Seite 579, linke Spalte, letzter Absatz - Seite 581, linke Spalte, Absatz 1; Abbildungen 3,4,6 ---	1,2
A	EP 0 642 288 A (NEC CORPORATION) 8.März 1995 siehe Spalte 10, Zeile 14 - Spalte 11, Zeile 1; Abbildung 12 --- -/-	1,2

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

* "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

* "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

* "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

* "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

* "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

* "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

* "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

* "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

* "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

12. September 1997

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

18. 09. 97

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+ 31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Lambley, S

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	INTERNATIONAL SWITCHING SYMPOSIUM, Bd. 2, 25.Oktober 1992, YOKOHAMA JP, Seiten 352-356, XP000337742 CHIDGEY ET AL.: "Wavelength and space switched optical networks and nodes" siehe Seite 353, linke Spalte, Absatz 2 - rechte Spalte, Absatz 1 ---	1,2
A	IEICE TRANSACTIONS ON COMMUNICATIONS, Bd. E77-B, Nr. 10, Oktober 1994, TOKYO JP, Seiten 1220-1229, XP000492774 WATANABE ET AL.: "Optical path cross-connect node architecture with high modularity for photonic transport networks" siehe Seite 1226, linke Spalte, Absatz 2 - Seite 1227, rechte Spalte, Absatz 4 ---	1,2
A	IEEE COMMUNICATIONS MAGAZINE, Bd. 33, Nr. 11, November 1995, NEW YORK US, Seiten 84-88, XP000545290 DERR ET AL.: "An optical infrastructure for future telecommunications networks" in der Anmeldung erwähnt siehe das ganze Dokument -----	1,2

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 97/00280

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 642288 A	08-03-95	JP 1090696 A	07-04-89
		JP 1144888 A	07-06-89
		JP 6034534 B	02-05-94
		JP 1305698 A	08-12-89
		CA 1331800 A	30-08-94
		DE 3853935 D	13-07-95
		DE 3853935 T	12-10-95
		EP 0310058 A	05-04-89
		US 5005166 A	02-04-91

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

This Page Blank (uspto)